

МЕХАНИЗМЫ ЭЛЕКТРОПЕРЕНОСА В ТОНКОПЛЕНОЧНЫХ СТРУКТУРАХ [ZnO/SiO₂]₂₅

Бассараб В.В., Жилова О.В., Каширин М.А., Макагонов В.А., Панков С.Ю.*,
Фошин В.А.

Воронежский Государственный Технический Университет, г. Воронеж, Россия

*E-mail: srgpank@mail.ru

CONDUCTIVITY MECHANISMS IN [ZnO/SiO₂]₂₅ THIN-FILM STRUCTURES

Bassarab V.V., Foshin V.A., Kashirin M.A., Makagonov V.A.,
Pankov S.Yu.*, Zhilova O.V.

Voronezh State Technical University, Voronezh, Russia

[ZnO/SiO₂]₂₅ thin-film structures were obtained by ion-beam sputtering. Hopping mechanism of conductivity with a variable length of hops over localized states near the Fermi level as the temperature rises from 77 to 300 K.

Тонкие пленки [ZnO/SiO₂]₂₅ были получены методом ионно-лучевого напыления путем послойного осаждения слоев ZnO и SiO₂. Для получения различных толщин слоев ZnO в ходе единого процесса напыления между мишенью и держателем подложки был установлен V-образный экран. Количество бислоев ZnO/SiO₂ составляло 25, толщина пленки изменялась от 190 до 240 нм.

Результаты рентгеноструктурного фазового анализа показали наличие нанокристаллической фазы оксида цинка, других фаз обнаружено не было. Полученные образцы обладали высокой прозрачностью в видимом диапазоне света и, как и пленки чистого ZnO, имели n-тип проводимости.

Анализ температурных зависимостей электросопротивления показал, что в области температур 77 – 300 К удельная электрическая проводимость линейна в координатах $\ln \sigma \sim f(1/T^{1/4})$, что указывает на прыжковый механизм проводимости носителей заряда с переменной длиной прыжка по локализованным состояниям, лежащим в узкой полосе энергий вблизи уровня Ферми. Тогда, согласно [1], выражение для электрической проводимости имеет следующий вид:

$$\sigma = e^2 \cdot R^2 \cdot v_{ph} \cdot g(E_F) \cdot \exp\left(-\frac{B}{T}\right)^{1/4}, \quad (1)$$

где
$$B = \frac{16}{a^3 \cdot k \cdot g(E_F)} \quad (2)$$

e – заряд электрона, R – среднее расстояние прыжка, v_{ph} – фактор спектра фононов взаимодействия, T – абсолютная температура, $g(E_F)$ – плотность состояний на уровне Ферми, a – радиус локализации волновой функции электрона, k – постоянная Больцмана.

Из перестроенных зависимостей $\ln \sigma \sim f(1/T^{1/4})$ были определены значения параметра B в уравнении (1) для исследованных пленок. Тогда, согласно [1], применяя выражения (1) и (2), можно провести оценку значения плотности состояний на уровне Ферми $g(E_F)$ (рисунок 1).

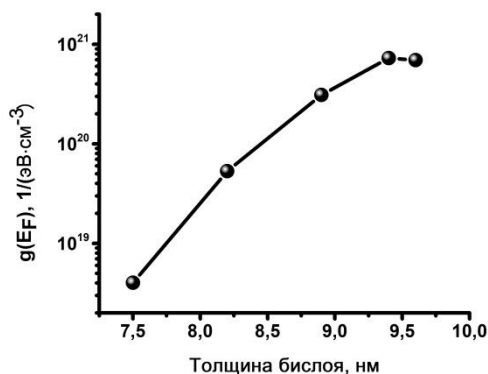


Рис.1. Зависимость плотности состояний на уровне Ферми $g(E_F)$ от толщины бислоя ZnO/SiO₂

Работа выполнена при поддержке Министерства образования и науки в рамках проектной части государственного задания (3.1867.2017/4.6).

1. Мотт Н., Дэвис Э. Электронные процессы в некристаллических веществах М.: Мир, (1982).